



# ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Втора меѓународна научна конференција  
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во  
областа на правото, економијата, културата,  
образованието и безбедноста во  
Република Македонија“



Скопје 30-31 октомври 2014

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ:** Втора меѓународна научна конференција  
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во областа на правото,  
економијата, културата, образованието и безбедноста во Република Македонија“

Организатор: Институт за дигитална форензика  
Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје

Уредник: Проф.д-р Сашо Гелев

Издавач: Универзитет „ЕВРО-БАЛКАН“ Скопје  
Република Македонија  
[www.euba.edu.mk](http://www.euba.edu.mk)

---

CIP - Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

001.3:330/378(497.7)(062)

МЕЃУНАРОДНА научна конференција (2 ; 2014 ; Скопје)

Влијанието на научно-технолошкиот развој во областа на правото,  
економијата, културата, образованието и безбедноста во Република  
Македонија : зборник на трудови / Втора меѓународна научна  
конференција, Скопје 30-31 октомври, 2014 ; [уредник Сашо Гелев]. -  
Скопје : Универзитет "Евро-Балкан", 2014. - 575 стр. : илустр. ; 24см

Дел од трудовите на англиски јазик. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-4714-11-8

а) Научен развој - Општествени науки - Македонија - Собири  
COBISS.MK-ID 97406218

---

**Сите права ги задржува издавачот и авторите**

## Програмски одбор

- Проф. Д-р Митко Панов, Универзитет Евро Балкан - Претседател
- проф. Д-р Сашо Гелев – Електротехнички факултет Радовиш  
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија  
копретседател
- проф. Д-р Павлина Стојанова, Универзитет Евро Балкан  
копретседател
- Проф. Влатко Чингоски, Електротехнички факултет Радовиш  
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. Д-р Божо Крстајиќ, Електротехнички факултет - Подгорица,  
Црна Гора
- Доц. д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет Радовиш  
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. Д-р Аристотел Тентов, Факултет за електротехника и  
информациски технологии, Универзитет Св. Кирил и Методиј –  
Скопје, Република Македонија
- Доц. Д-р Марија Календар, Факултет за електротехника и  
информациски технологии, Универзитет Св. Кирил и Методиј –  
Скопје, Република Македонија
- Доц. Д-р Атанас Козарев, Европски универзитет Република  
Македонија- Скопје
- Проф. Д-р Атанас Илиев, Факултет за електротехника и  
информациски технологии, Универзитет Св. Кирил и Методиј –  
Скопје, Република Македонија
- Проф. Д-р Тони Стојановски, Австралија
- Д-р Зоран Нарашанов, Винер осигурување, Скопје, Република  
Македонија
- Проф. д-р Лада Садиковиќ, Факултет за криминалистика,  
криминологија и безбедност, Универзитет во Сараево;
- Проф. д-р Здравко Скакавац, Факултет за правне и пословне  
студије, Универзитет УССЕ, Нови Сад;
- Доц. д-р Марјан Николовски, Факултет за безбедност,

<b>Универзитет Св. Климент Охридски, Битола, Република Македонија</b>
➤ Проф. д-р Гордан Калаџиџев, Правен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј – Скопје, Република Македонија
➤ Д-р Никола Протрка, Полициска академија, Загреб, Република Хрватска
➤ Проф. Д-р Стефан Сименов, Академија за внатрешни работи на Република Бугарија
➤ Доц. Д-р Оџаков Фердинанд, Министерство за одбрана на Република Македонија
➤ Доц. д-р Лидија Раичевиќ, Основно јавно обвинителство за борба против организиран криминал

## Организациски одбор

- Проф. д-р Сашо Гелев, претседател
- Проф. д-р Павлина Стојанова, член
- Доц. Д-р Мимоза Клековска, член
- Доц. Д-р Снежана Черепналковска-Дуковска, член
- Доц. д-р Александар Даштевски, член
- Доц. д-р Вангел Ноневски, член
- Доц. д-р Јорданка Галева, член
- М-р Игор Панев, член
- М-р Маријана Хрисафов, член
- Зорица Каевиќ, член

## СОДРЖИНА

<i>д-р Роман Голубовски Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Автоматизирање на ЕКГ дијагностика.....	14
<i>д-р Роман Голубовски Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Технички аспекти на автоматизација на биаксијална вибро-платформа.....	22
<i>Atanas Kozarev, PhD, European University - Republic of Macedonia</i>	
DEMOCRATIC CONTROL OVER THE SECURITY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA – CURRENT SITUATIONS AND CHALLENGES.....	31
<i>д-р Василија Шарац Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Примена на софтверски пакети во проектирање на електрични инсталации.....	37
<i>д-р Василија Шарац Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
ПРИМЕНА НА ЛОГО КОНТРОЛЕР ВО УПРАВУВАЊЕ НА МАШИНА АБКАНТПРЕСА СТО-400 ОД АПСПЕКТ НА ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ДОВЕРЛИВОСТА И БЕЗБЕДНОСТА НА ПОГОНОТ.....	45
<i>м-р Маријана Хрисфов, Универзитет "ЕВРО-БАЛКАН" - Скопје</i>	
Новите медиуми и политичките револуции.....	53
<i>м-р Татјана Уланска, м-р Даниела Коцева, Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Промените во општеството како причина за семантичка екстензија во современиот македонски јазик.....	64
<i>М-р Александра Ангеловска, Правен факултет „Јустинијан Први“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје</i> <i>М-р Нада Донева, Правен факултет „Јустинијан Први“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје</i>	
Развојот на современите комуникациски технологии и нивното	69

влијание на проблемот на сексуална злоупотреба на деца.....	
<i>Танкица Таукова, Горан Сачевски, Ѓорѓи Тасев, Прв Приватен Универзитет ФОН</i>	
Компјутерски криминал, како нова форма на криминал во Република Македонија.....	81
<i>Д-р Сергеј Цветковски, Д-р Ванчо Кенков, Институт за безбедност, одбрана и мир-Филозофски факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје</i>	
Осиромашен ураниум: добивање, карактеристики и примена.....	89
<i>М-р Јасмина Мишоска</i>	
Платежни картички како инструмент за плаќање во електронското банкарство.....	99
<i>М-р Тане Димовски, Агенција за млади и спорт-Влада на РМ</i>	
Интервјуто и наградувањето на вработените како дел од менаџментот на организацијата.....	104
<i>д-р Олга Кошевалиска, д-р Лазар Нанев, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Правен Факултет</i>	
Информатичкиот систем на Европол.....	113
<i>Кире Николовски, Универзитет „Евро-Балкан“ Александар Петровски, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“</i>	
Употребата на ласерската технологија во форензиката.....	121
<i>Aleksandar Nacev, MA – Directorate for Security of Classified Information,</i>	
The Internet as a terrorist tool for recruitment and radicalization.....	130
<i>д-р Олга Кошевалиска, м-р Елена Иванова, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Правен Факултет</i>	
Шенгенски информациски систем и заштита на податоците во него...	138
<i>Д-р Ванчо Кенков, Д-р Сергеј Цветковски, Институт за безбедност, одбрана и мир-Филозофски факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје</i>	
Операции поинакви од војна- облик на загрозување на безбедноста на малите земји.....	146

<i>Biljana Jakimovska, Ministry of Defence</i>	
INTERNATIONAL COOPERATION IN THE FIELD OF RESCUE AND PROTECTION - PRECONDITION FOR SUCCESSFUL DEALING WITH NATURAL DISASTERS.....	157
<i>Мирјана Маневска, Република Македонија</i>	
Симбиотската поврзаност на националниот-безбедносен систем и националниот дипломатски апарат- гаранција за ефикасна заштита на националните интереси.....	162
<i>д-р Ирена Андрееска, Комерцијална банка АД Скопје</i>	
Технологијата, глобализацијата и феноменот на сиромаштија во современиот свет.....	170
<i>Daniela Koteska Lozanoska, MSc and Dimitar Stojkovski UIST "St. Paul the Apostle" – Ohrid</i>	
E-banking in the Republic of Macedonia.....	177
<i>Anka Trajkovska-Petkoska, PhD, University St. Kliment Ohridski-Bitola, R. Macedonia</i> <i>Anita Trajkovska-Broachb), PhD, The Egg Factory, LLC., VA, USA</i>	
Learning Agility - is this really important nowadays? .....	184
<i>Илија Насов, МИТ Универзитет- Скопје</i> <i>Анка Трајковска Петкоска, Универзитет Св. Климент Охридски-Битола</i>	
Од идеја до реализација – искуства од ЕУ проекти.....	191
<i>Гзим Џамбази</i>	
Новите технологии и односот на учениците кон книжевната уметност.....	197
<i>м-р Шутова Милица, ФОН универзитет</i>	
Начини на решавање на претходното прашање во парничната постапка.....	207
<i>Borka Tushevska, PhD, Faculty of law University Goce Delcev – Stip</i>	
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SEADOCS AND	218



BOLERO SYSTEMS IN ELECTRONIC TRANSFER OF BILL OF LADING.....	
<i>Borka Tushevska, PhD, Faculty of law University Goce Delcev – Stip</i>	
BASIC CAPITAL: COMPARATIVE ASPECTS IN EUROPEAN UNION AND MACEDONIAN LAW.....	228
<i>м-р Зоран Златев , Факултет за информатика – Штип</i> <i>д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет - Радовиш</i> <i>д-р Владо Гичев , Факултет за информатика – Штип</i> <i>Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Дизајн и анализа на експеримент со употреба на Labview.....	237
<i>м-р Зоран Златев , Факултет за информатика – Штип</i> <i>д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет - Радовиш</i> <i>д-р Владо Гичев , Факултет за информатика – Штип</i> <i>Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Мониторинг и процесирање на сеизмички сигнали користејќи Labview.....	245
<i>Д-р Татјана Николова Маневска</i>	
Трендови во опкружувањето и нивното влијание во менаџментот на човечки ресурси во Република Македонија.....	253
<i>Д-р Татјана Николова Маневска</i>	
Стратегиски системи за оценување на перформансите на вработените.....	261
<i>Изет Хусеин, Селма Биберовиќ, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Извори на сајбер закани.....	270
<i>Селма Биберовиќ, Изет Хусеин, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Етичко хакирање и зголемување на компјутерската безбедност.....	277
<i>Зорица Каевиќ, ОУ „Горѓија Пулевски“, Скопје</i> <i>Д-р Ненад Крстевски, МЕПСО – Македонски електро преносен систем оператор</i>	

<i>Д-р Сашо Гелев, Универзитет „Гоце Делчев“, Македонија – Штип,</i>	
Дигитална форензија на мобилни телефони.....	284
<i>м-р Марија Амповска, Универзитет "Гоце Делчев" Штип</i>	
Правна и институционална рамка на нуклеарната енергија во Р.Македонија.....	297
<i>Ass.Prof. Aleksandar Tudzarov "Goce Delcev" University – Shtip</i>	
5G Mobile Networks: the User-side Approach.....	310
<i>Ass.Prof. Aleksandar Tudzarov "Goce Delcev" University – Shtip,</i>	
Next Generation Mobile Networks Architecture.....	322
<i>Д-р Гордан Јанкуловски, Универзитет Евро-Балкан</i>	
Влијанието на научно - технолошкиот развој во областа на правото, економијата во Република Македонија од областа на електронско банкарство.....	328
<i>Д-р Гордан Јанкуловски, Универзитет Евро-Балкан</i>	
Влијанието на научно - технолошкиот развој во областа на правото, економијата во Република Македонија од областа на е - бизнис.....	336
<i>М-р Маја Кукушева Панева, М-р Билјана Читкушева Димитровска, Томче Велков, Проф. Д-р Влатко Чингоски, Електротехнички Факултет- Радовиш Универзитет Гоце Делчев- Штип, Р. Македонија</i>	
FEMM како Едукативна Алатка за Решавање на Проблеми од Електромагнетизам.....	344
<i>Стоилен Стоилов, Горан Боримечковски, Николче Петковски, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Значење на компјутерската форензија при собирање на дигитални докази и справување со сајбер криминалот.....	351
<i>Мимоза Клековска, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје Цвета Мартиновска, Факултет за информатика – Штип</i>	
Одредување на личниот идентитет врз основа на ракописот како биометриска идентификација.....	359

<i>Д-р Ненад Крстевски, МЕПСО</i> <i>Зорица Каевик, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i> <i>д-р Фердинанд Оџаков Министерство за одбрана</i>	
Методи на идентификација на маскирани непознати сторители на казниви дејства.....	367
<i>м-р Марија Амповска, м-р Димитар Анасиев</i> <i>Универзитет "Гоце Делчев" Штип, Правен Факултет Кочани</i>	
Еволуција на ноксалната одговорност од римското право во одговорност за друг во современото македонско право.....	378
<i>Васко Милевски, АД Електрани на Македонија, Скопје, Македонија</i> <i>Влатко Чингоски, Електротехнички Факултет, Универзитет Гоце Делчев- Штип,</i>	
Енергетски Пасивни Објекти за Домување.....	389
<i>д-р Зоран Димитровски, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип</i>	
Технички решенија за зголемување на безбедноста и сигурноста при експлоатација на тракторите во јавниот сообраќај.....	397
<i>д-р Зоран Димитровски, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип</i>	
Трагични последици при сообраќајни несреќи со трактори во Р.Македонија.....	405
<i>м-р Александар Соколовски, Неотел</i> <i>д-р Сашо Гелев, Универзитет "Гоце Делчев" – Штип Електротехнички факултет - Радовиш</i>	
Мобилна автентификација на корисници со модерни криптографски методи.....	413
<i>д-р Ана Дамјановска</i>	
Научно – технолошкиот развој како компонента од Европскиот буџет и значењето на истиот за Република Македонија како земја со статус кандидат за членство во Европската унија.....	423
<i>д-р Методија Дојчиновски, Воена академија „Генерал Михаило Апостолски“ Скопје, Република Македонија</i> <i>м-р Ивица Даневски, Министерство за одбрана на Република Македонија</i>	

Регионализам и социјален идентитет во контекст на националната безбедност.....	430
<i>Ивана Гелева, Република Македонија</i> <i>Д-р Ристо Христов, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Дизајн и 3D печатење.....	441
<i>д-р Костадин Дуковски</i>	
Форензика во сметководство.....	450
<i>д-р Александар Дашитевски, Универзитет „Евро- Балкан“ – Скопје</i>	
Традицијата обичаите и менталитетот како основ за дискриминација во дел од земјите во југоисточна европа.....	457
<i>м-р Силвана Жежова, д-р Ацо Јаневски, д-р Киро Мојсов, д-р Дарко Андроников, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Технолошко-технички факултет</i>	
Мода и брендирање на текстилните производи.....	465
<i>Филип Пејоски, Бујар Хусеини, Универзитет „ЕВРО-БАЛКАН“</i> <i>д-р Сашо Гелев, Универзитет Гоце Делчев -Штип</i>	
Можности и предизвици од влијанието на Cloud Computing врз Дигиталната Форензика.....	475
<i>Ана Кироска, Владимир Ончески, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Идентификација преку физиолошки биометриски карактеристики....	484
<i>Aleksandar Grizhev, PhD, Ministry of defense, Republic of Macedonia</i>	
The Religious Fundamentalism and the Role of the Internet.....	495
<i>м-р Марјана Хрисафов , м-р Игор Панев, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Е-владеење-предизвик на модерните демократии.....	502
<i>Горѓи Лазаревски, Елена Лазарова, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Користење GPRS технологија во спречување злоупотреба на фискалните уреди.....	510

<i>Ѓорѓи Лазаревски, Елена Лазарова, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Банкарски аспекти во борбата против злоупотреба на платежни картички во Република Македонија.....	519
<i>д-р Лидија Раичевиќ Вучкова, Универзитет „Евро Балкан“ - Скопје</i>	
Јавниот обвинител во кривично-правниот систем.....	527
<i>Д-р Павлина Стојанова, Универзитет „Евро Балкан“ - Скопје</i> <i>Д-р Ленче Петреска, Република Македонија</i> <i>Д-р Сашо Гелев, Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Влијание на информационите технологии врз подобрување на конкурентноста на претпријатијата.....	537
<i>Д-р Ленче Петреска, Република Македонија</i> <i>Д-р Павлина Стојанова, Универзитет „Евро Балкан“ - Скопје</i> <i>Д-р Сашо Гелев, Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Развојот на социјалните медиуми и нивното влијание врз е-бизнисот.....	547
<i>Драган Караџовски, Европски Универзитет Република Македонија, Скопје</i> <i>Лорита Оџакова, Универзитет ЕВРО-БАЛКАН, Скопје</i>	
Дигитален потпис.....	555
<i>Miroslava Kortenska, Ph.D.</i> <i>South-Western University "Neofit Rilski", Blagoevgrad</i>	
Bulgarian Poet Peyo K. Yavorov (1878–1914) – Broadening his Cultural and Historical Legacy.....	565
<i>Валентина Гоцевска</i>	
Неолибералниот концепт во време на информациската револуција во Република Македонија после осамостојувањето.....	568

удк: 624.042.7:692.033

**д-р Роман Голубовски**

Универзитет "Гоце Делчев" - Штип

Електротехнички факултет - Радовиш

Република Македонија

## Технички аспекти на автоматизација на биаксијална вибро-платформа

### Резиме

Вибро-платформите овозможуваат најверодостојно спроведување на структурни тестови за утврдување на сеизмичка квалификација и перформанси на објектите (модели на згради, мостови, опрема, итн.) во услови на сеизмичка активност на нивната подлога. Концептот на сеизмичко тестирање во доменот на земјотресното инженерство и инженерската сеизмологија опфаќа изградба на скалирани модели на објектите/структурите од реалните материјали и со идентични технологии, поставување на платформа на истите и нивно побудување (екситуирање) со симулирани сеизмички движења кои може да бидат вистински (вообичаено снимки на познати земјотреси) или синтетизирани специјално за одредени фреквентни подрачја (за кои е потребно да се утврди однесувањето). Интегралниот систем покрај самата (1) платформа опфаќа и (2) хидрауличен погон за реализација на симулациите, (3) сензорен и актуаторски систем за контрола на погонот, како и (4) дигитален компјутерски систем за управување со движењата во реално време. Реализацијата на ваквата тестна поставка се соочува со повеќе инженерски предизвици од машинска, електрична, компјутерска, информатичка, инструментациско-автоматичка и сеизмолошка природа. Имено, утврдувањето на реалните перформанси на објектите бара употреба на реални градежни и конструкциски материјали, чија маса имплицира соодветна масивност на подлогата (платформата), која пак изискува моќна хидраулика како за придвижување на товар мерен во десетици тони, така и за остварување на динамика соодветна на симулациите. Потоа е неопходно да се опфатат мноштво разновидни сигнали за да може да се аквизира динамиката на моделите, како и да се оствари управување со контрола во реално време, не само за реалистичност на симулација, туку и за безбедно движење на масивни товари под големи забрзувања. Конечно, сигнал процесирањето бара синхронизираност на сите канали на аквизиција, како и (во последно време) координираност со видео записи и виртуелно интернет присуство за аудиториум од било каде во светот. Овој труд ја дава реализацијата на наведениот систем за контрола и управување со платформата со носивост од 40 тона и 5 степени на слобода.

Клучни зборови: **вибро-платформа, симулација на земјотреси, структурен тест, сеизмичка квалификација, контрола во реално време**

**Abstract**

*The use of shaking table is the most reliable technique for performing structural tests, to verify seismic performance of objects/structures (buildings, bridges, equipment, etc.) and establish their seismic qualification. The concept of seismic (structural) testing in the domain of the earthquake engineering and the engineering seismology is to build/construct scaled models of real materials and by identical technologies, put them on the table, and excite them with simulated seismic motion of either recorded earthquakes or of synthesized nature (with specific spectral content of interest). The integral setup consists of (1) the shaking table, (2) its hydraulic drive for the motion, (3) sensors and actuators and (4) a computerized digital controller for real-time control of the table. Building and configuring this kind of setup faces several engineering challenges of mechanical, electrical, computer, IT, instrumentation and automation, as well as seismological nature. Namely, determination of structures' real seismic performances requires use of real construction materials implying huge masses (measured in tens of tons), which in turn requires adequate stiffness. That makes a table comparable in mass to the models that can be tested, which on the other hand requires hydraulics powerful enough to perform the simulated motion of the combined mass of both the table and the model within the appropriate dynamics. Furthermore, lots of different kinds of signals need to be acquired from both the table and the model to achieve accurate real-time excitation and safe motion at large accelerations. Finally, the signal processing requires synchronization of all the acquired channels, and lately coordinated data and video streaming over Internet for telepresence. This paper depicts crucial control aspects of building such setup as the one described above, for a 40-ton table with 5 degrees of freedom (DoF).*

**Key words:** *shaking table, earthquake simulation, structural test, seismic qualification, real-time control*

**1. Опис на биаксијалната вибро платформа**

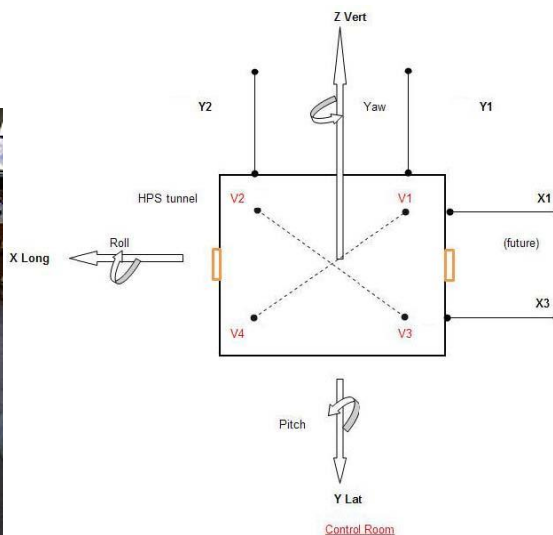
Платформата за биаксијални структурни тестирања е направена од пренапрегнат бетон со димензии 5.0m × 5.0m (слика 1). Плочата е монтирана (слика 3) на четири вертикални хидраулични актуатори (пистони) со вкупен капацитет од 888kN, лоцирани на аглиите и на растојанија од 3.5m во обата ортогонални правци. Во хоризонталната рамнина таа е контролирана во еден правец од два пистона со вкупен капацитет од 850kN, лоцирани на растојание од 3.5m. Приказ на пумпната станица за хидрауликата на пистоните е дадена на слика 4.

Платформата има 5 степени на слобода (degrees of freedom - DoF) и тоа 2 трансляции - хоризонтална по Y оската и вертикална по Z оската; и 3 ротации - roll по X оската, pitch по Y оската и yaw по Z оската (слика 2).

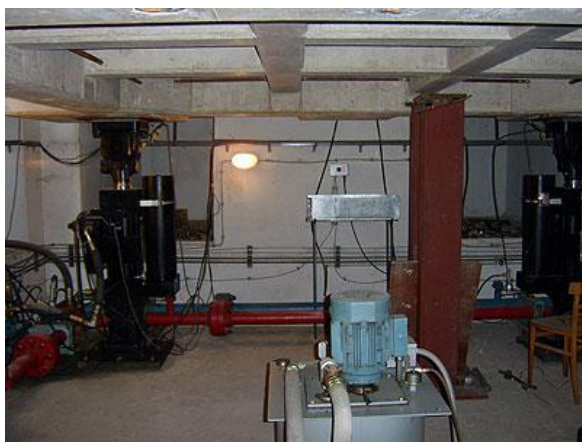
Контролниот систем (оригинално аналоген) е заменет со нов дигитален кој темелен на Embedded PowerPC во затворена јамка ги контролира поместувањето (DISplacement), брзината (VELOCITY) и забрзувањето (ACCEleration) по сите 5 степени на слобода, а преку диференцијалниот погонски притисок на шесте пистони.



Слика 1: Платформата со хоризонталниот погон



Слика 2: Степени на слобода



Слика 3: Вертикалниот пистонски погон



Слика 4: Пумпната станица

Реверзната управувачка контрола е реализирана преку 3-варијабилна "симултана" серво контрола над DIS, VEL и ACC, при што *ниските* фреквенции во динамиката се контролирани од поместувањето, *високите* со забрзувањето, а *средните* комбинирани од DIS и ACC. Брзината (VEL) се процесира од DIS и ACC системските давачи.

Масата на платформата е 33t и таа може да носи товар од 40t со висина од 7m и да го тестира во динамички опсег до 80Hz. Типични модели за тестирање се градби (слика 5) или поврзани структури, мостови и брани, електроенергетска опрема и индустриски објекти, специјални структури како водени и ладилни кули, нуклеарни електрани и псотројки, итн.



Типичните сервиси се корелирани со сеизмички квалификации согласно усвоени стандарди (на пример IEEE-693), како и proof тестови за продукти/производи чии перформанси се директно корелирани со однесување при земјотреси и сеизмички движења, а согласно разни стандарди.



Слика 5: Модел на црква



Слика 6: Инструментиран модел

## 2. Инструментациски и аквизициски аспекти

Динамичкото структурно тестирање вообичаено опфаќа скалирани симулации на реални земјотреси, random и sweep пребарувања на резонантните (сопствени) фреквенции на моделите, како и синтетизирани екситации со специфични фреквентни спектри. Инструментацијата на моделите изискува релативно голем број на сензори на соодветни локации за мерење на **поместувања** - LVDT (линеарен варијабилен диференцијален трансформатор) и LP (линеарен потенциометар), **забрзувања** - ACC (акцелерометар) и **сили/напрегања** - SG (мерна трака). Дел од давачите се **системски** (вградени ACC во платформата и LVDT во пистоните) и му служат на контролерот како feedback за реализација на движењата, а останатите се **аквизициски** и се позиционираат на соодветни локации на објектите за следење на структурниот одговор на моделот на динамичката побуда.

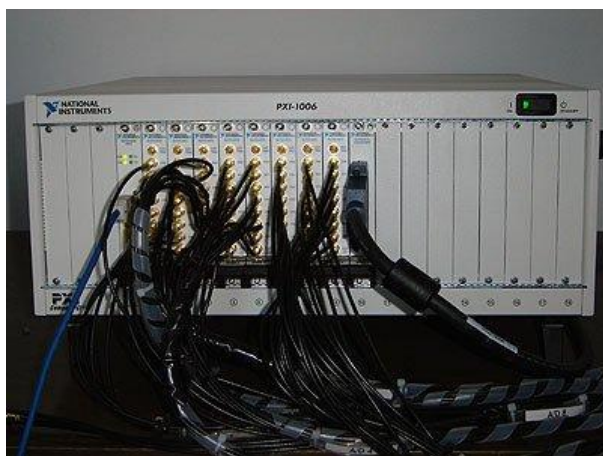
LP и LVDT давачите се користат за мерење на релативните поместувања на сегментите од структурите (вообичаено спратови кај градбите), едни во однос на други, додека ACC и SG каналите служат за мерење на забрзувањата и напрегањата на критичните точки на структурите, давајќи суштински информации за силите кои делуваат на нив и евентуалните пукнатини и ломови кои може

да настанат. На сликата 6 даден е модел инструментирен со LP сензори (жолтите линии), LVDT сензори (зелените врски) и локациите на ACC и SG сензорите (означени со црвени точки).

Типични вредности на релативните поместувања (DIS) се опсези од 10mm измерени при забрзувања и до 2g, кои имплицираат огромни тензии кај крутите структури. Промените се доста мали па аквизицијата (DAQ) која треба да ги следи е потребно да е со голема резолуција за потребите на анализа на сигналите и во временски и во фреквентен домен. Употребена е современа аквизициска опрема со 24bit-на A/D конверзија и фреквенција на семплирање до 102.4kHz. Иако вообичаените сеизмички опсези од интерес се ограничени во тесниот опсег од 0-40Hz, за потребите на anti-aliasing филтрирањето аквизицијата се реализира со големи брзини, па сигналите потоа се ресемплираат (downsampling) со пониски.

Фактичкото дефинирање на параметрите на аквизицијата произлегуваат од физикалните потреби да се детектираат поместувања во [mm] при пропагации кај крути материјали со брзини и преку 10km/s што имплицира временски детерминизам од [ $\mu$ s]. При максимални фреквентни барања единечен DAQ канал би семплирал со 102.4kS/s за да помине спектар од 51.2kHz. Семплите имаат прецизност од 4 бајти за да ги спакуваат 24-те бита, па за пропусниот опсег на каналот се добиваат 409.6kB/s  $\approx$  0.5MB/s.

Употребената DAQ опрема е хибридна (мултиплатформна) со технолошко генерациски разлики. Како концентратор на аквизираните сигнали се користи калсичен Windows компјутер. Јадрото на аквизицијата е PXI шасија со 72 симултани канали (слика 7) која користи оптички сериски линк за достава на аквизираните сигнали компјутерот. Додадени се три CompactDAQ (cDAQ) шасии со вкупно 80 канали (две со по 32 симултани во склоп на шасиите и една со 16 - слика 8). Истите *стримаат* сигнали до концентраторот преку Ethernet. Системската екситација ја генерира 3-варијабилниот PowerPC контролер на платформата.



Слика 7: PXI шасијата со 72 канали



Слика 8: cDAQ шасија со 32 канали

PXI каналите се опремени со IEPЕ функционалност за струјно побудени сензори па истите се користат за акцелерометри, како и LVDT и LP, додека cDAQ каналите се опремени со мерни мостови за кондиционирање на мерни траки.

### 3. Синхронизација на комплетниот систем

Фундаментален проблем и технички предизвик е целата опишана опрема да се синхронизира во неопходниот временски детерминизам ("real-time") за да се добие реална слика за структурниот одзив на тестираните модели, односно множество сигнали со минорна фазна разлика за пост-процесирање (DSP).

Екситацијата ја генерира PowerPC контролерот, а аквизицијата ја концентрира независен WindowsPC компјутер. PXI шасијата стрима (stream) кон персоналеот во *реално време* преку оптички сериски линк, додека cDAQ шасиите преку независни Ethernet 10/100 линкови кај кои не е можно стабилно одржување на временскиот детерминизам. Како сериозни проблеми во реализацијата на Real-Time концептот се наметнуваат следните проблеми:

- ограничувања во пропусниот опсег на каналите и податочниот проток
- симултано (едновременно) стартување на аквизицијата и нејзиниот CLK сигнал
- синхронизација на CLOCK сигналот за сите инволвирани аквизициски канали
- синхронизирано стримање на податоците во независни датотеки на диск
- синхронизирано стримање на податоците на Internet (опционално за tele-presence)

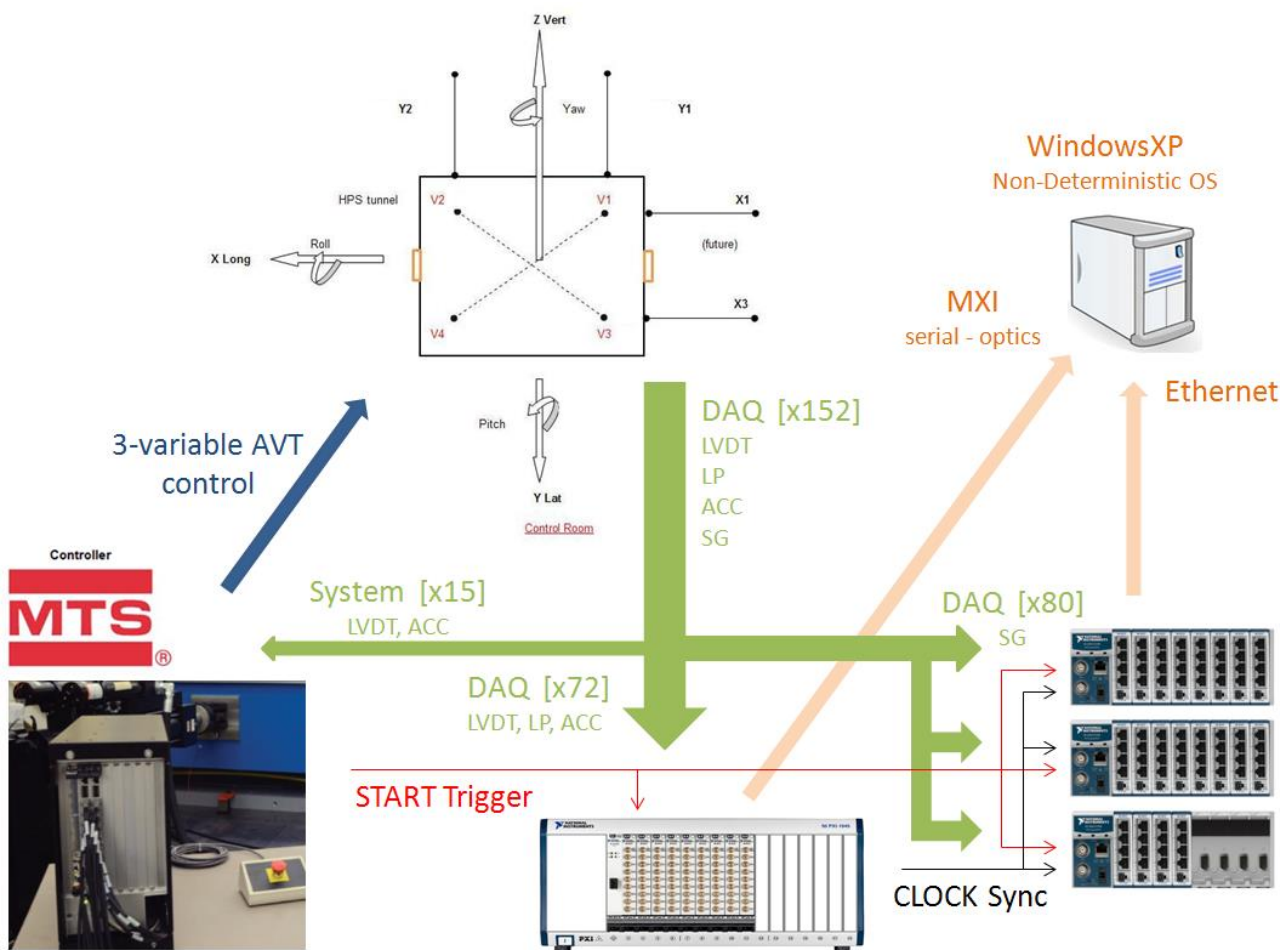
Тесни грла во пропусниот опсег и податочниот проток се пристапните комуникациски медиуми (Ethernet), HDD контролерот на аквизицискиот компјутер и континуираните прекини од разноразни сервиси на Windows OS кој е тотално недетерминистички. Симултаното стартување на сите A/D конвертори е проблематично поради нивната групираност во 29 физички картици групирани во 4 независни шасии (9 во PXI и 8+8+4 во трите cDAQ шасии), каде е неопходна дво-нивоовска синхронизација на до 152 канала (ниво на шасијата и во склоп на целиот систем). Синхронизацијата на аквизицискиот CLOCK е неопходно да се одржува континуирано заради превенција од дефазирање на сигналите. Додатно, тој треба да се прилагоди за две различни технологии (PXI и cDAQ) со различни CLK генератори. Синхронизираното стримање на диск на *огромен* податочен прилив е проблем кога едновременно истиот треба непречено да се прима преку комуникациските линкови и додатно врз него да се врши некакво процесирање пред да се сними во датотеките. Конечно, опционалното публикување на дојдовните податоци и на Internet паралелно со стримањето на диск е додатно оптеретување на системските влезно/излезни капацитети.

При максимална фреквенција на семплирање од 102.4kS/s за протокот се пресметуваат околу 36MB/s од PXI шасијата (72 канали) преку серискиот оптички линк и околу 40MB/s вкупно за трите cDAQ шасии (80 канали) преку Ethernet. За cDAQ протокот се користи посебна мрежна карта (NIC)

со дедициран LAN према шасиите. Desktopот под WindowsXP може успешно да ги стрима вкупните 76MB/s преку SCSI диск системот без да паднат перформансите на останатите OS задачи.

Системската синхронизација има две задачи - (1) синхронно стартување на сите аквизициски канали (системски START сигнал) и (2) синхронно симултано тактирање на секоја A/D конверзија на сите сигнали (системски CLOCK сигнал). Паралелно со семплирањето треба непречено да тече стримањето на сигналите на диск.

На слика 9 е дадено поврзувањето на системот со успешна реализација. START сигналот асоциран со почетокот на екситацијата (сигнал генерацијата) е превземен од ормарот на контролерот и спроведен до TRIGGER или DI (дигитални) влезовите на модули од четирите шасии преку кабли со еднаква должина. CLOCK сигналот се превзема од генераторот на временска база на PXI шасијата и се спроведува до бројачи во трите cDAQ шасии кои можат да го поделат до фреквенција употреблива за сопствените аквизициски модули.



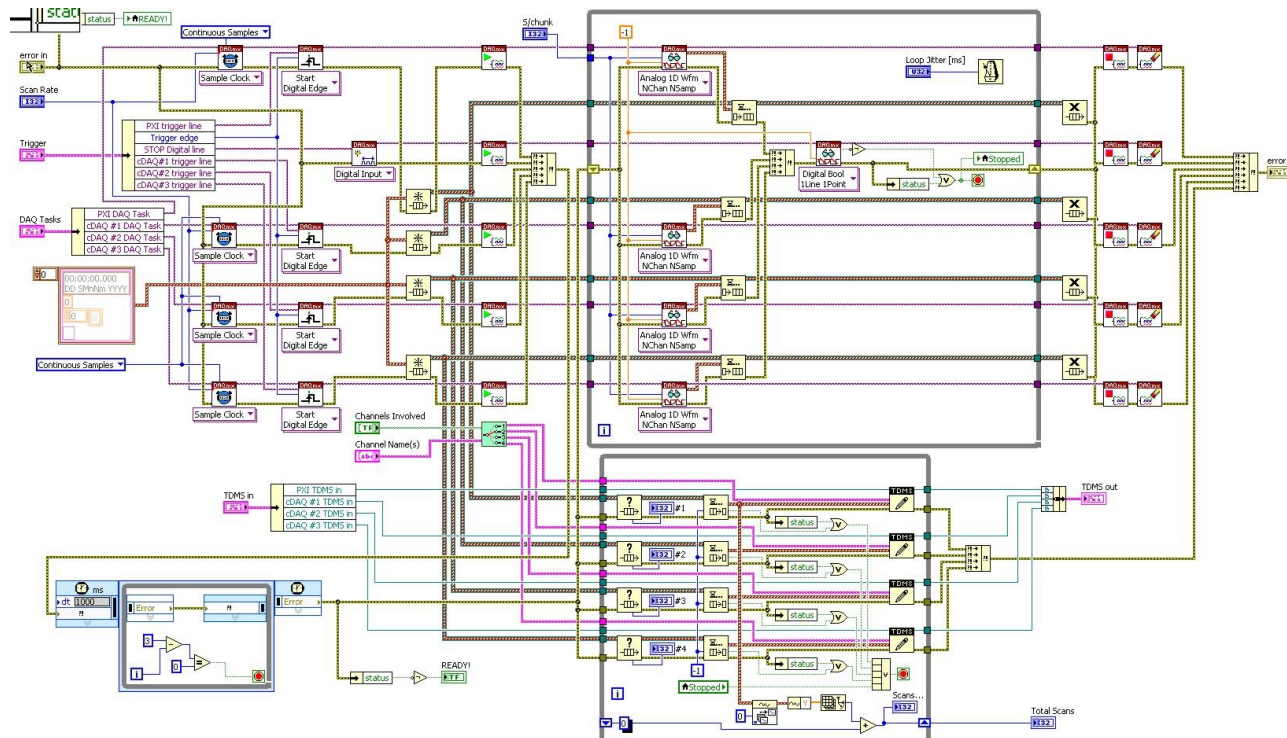
Слика 9: Поврзување на системот

Даденото поврзување овозможува покрај наведеното хардверско синхронизирање да се реализира и целосна синхронизација на сигналите одржувајќи го системот стабилен во смисла на безбедното



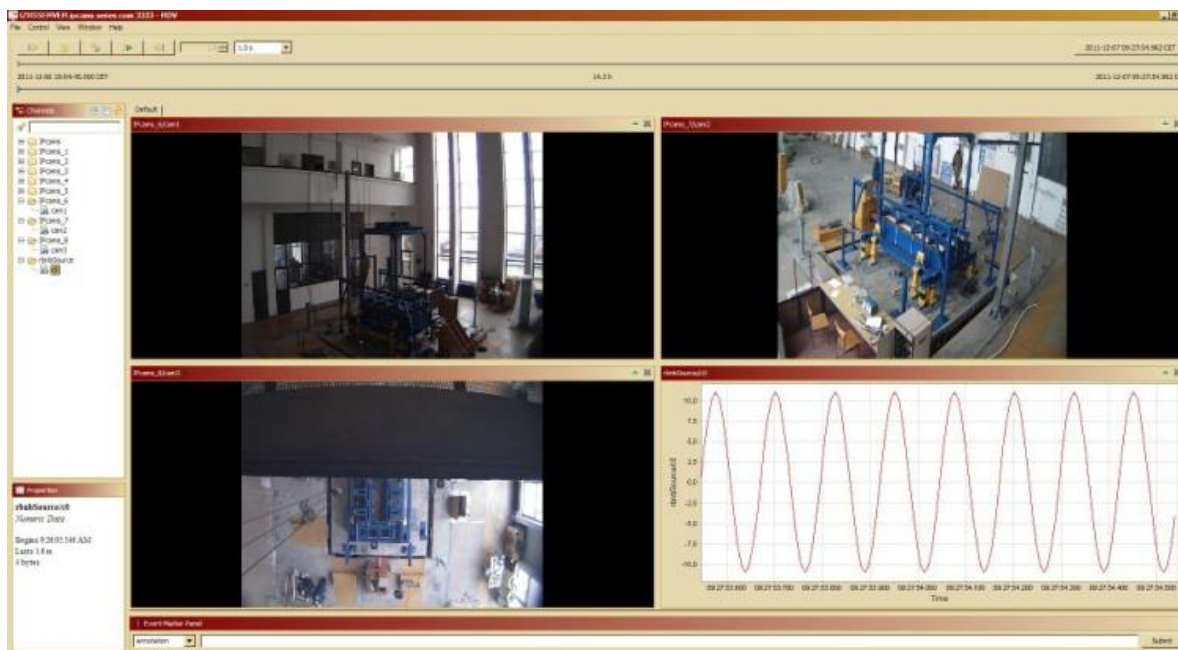
движење на масивната платформа и континуираниот прилив на податоците и нивното сместување на диск.

Софтверската апликација ја одржува синхронизацијата на сигналите и датотеките со имплементација на **Producer-Consumer** јамки и проток на податоците помеѓу нив преку управливи FIFO бафери. Конкретната реализација на суштинскиот модул е дадена во LabVIEW изведба (слика 10).



Слика 10: Producer-Consumer реализација со FIFO комуникација изведена во LabVIEW

**Producer** јамката е поприоритетна бидејќи мора без одлагање да ги прима блоковите податоци од четирите шасии и истите ги става во FIFO бафери организирани во RAM меморијата. Таа истотака го прати START сигналот преку дигитална линија за да утврди крај на екситацијата поради запирање на аквизицијата. **Consumer** јамката асинхроно ги празни FIFO баферите и ги снима во бинарен TDMS формат во соодветните датотеки на диск. Оваа синхронизациска техника додатно овозможува паралелно UDP/TCP стримање на Internet (слика 11).



Слика 11: Апликација за tele-presence со видео заедно со аквизициските канали

#### 4. Заклучок

Опишаното решение за сеопфатна контрола на масивна вибро палтформа и процесирање и употреба на сигналите е проминентен пример за успешен инженерски приод во решавање на суштинските технички проблеми кај сериозни предизвици, имплементирајќи ги притоа модерните технологии. Опишаните концепти за сложена инструментација, мултиплатформна синхронизација и квалитетна аквизиција се резултат на сопствен развој со употреба на достапен хардвер.

#### Conclusion

The described solution for overall control of a massive shaking table and processing and use of huge sets of signals, is a prominent example for a successful engineering approach to dealing with fundamental technical problems in serious challenges, by employing implementations of modern technologies. The depicted concepts of multisensory instrumentation, multiplatform synchronization and state of the art data acquisition are result of own R&D over affordable hardware.

#### 5. Референци

- [1] PXI-1006 User Manual and Specifications, *National Instruments*
- [2] PXI-1006 Trigger and Synchronization Facts, *National Instruments*
- [3] cDAQ-9188 User Manual and Specifications, *National Instruments*, 2012
- [4] Routing PXI Trigger Lines Across the Buses of Multisegment PXI Chassis, *National Instruments*